



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11087770 A**

(43) Date of publication of application: 30.03.99

(51) Int. Cl.

**H01L 33/00**  
**A61L 2/10**  
**A61L 9/20**  
**C02F 1/32**  
**C02F 1/72**  
**C02F 1/78**  
**F21M 1/00**  
**F21V 19/00**  
**// H01S 3/18**

(21) Application number: 09236257

(22) Date of filing: 01.09.97

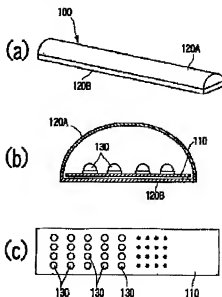
(71) Applicant: **TOSHIBA ELECTRON ENG CORP**  
**TOSHIBA CORP**(72) Inventor: **KAWAMOTO SATOSHI**  
**SUGAWARA HIDETO**  
**NITTA KOICHI**  
**FURUKAWA CHISATO**(54) **LIGHTING APPLIANCE, READER, PROJECTOR, PURIFIER AND DISPLAY DEVICE**

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain lighting appliance using a light source device having a long life while easily reducing the size and weight by a simple constitution by including a fluorescent body absorbing ultraviolet rays emitted by a semiconductor light emitting element and emitting secondary light having a wavelength longer than that of the ultraviolet rays.

**SOLUTION:** Lighting appliance 100 has a wiring board 110 received inside a housing 120A and an envelope 120B. The housing 120A is a translucent cover, while the envelope 120B serves as a base attached to a ceiling or the like. Semiconductor devices 130, 130 emitting white light are placed on a principal surface of the wiring board 110. The semiconductor device 130 includes a light emitting diode and a fluorescent body for emitting ultraviolet rays. Such a semiconductor device 130 desirably has so-called 'three-wavelength-type' white light emission characteristics with a strength peak in each of wavelength regions of red, green and blue, for example.



特開平11-87770

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	F I	
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	C
A 6 1 L 2/10		A 6 1 L 2/10	
		9/20	
C 0 2 F 1/32		C 0 2 F 1/32	
1/72	1 0 1	1/72	1 0 1
審査請求 未請求 請求項の数40 O L (全 14 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願9-736257

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月1日

(71) 出願人 000221339

東芝電子エンジニアリング株式会社  
神奈川県川崎市川崎区日進町ノ番地1

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 河 本 聡

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝川崎事業所内

(72) 発明者 菅 原 秀 人

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝川崎事業所内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

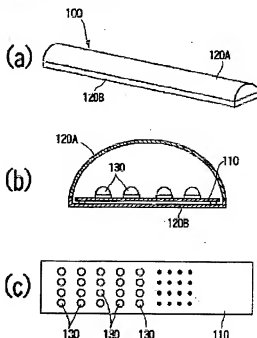
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置、読み取り装置、投影装置、浄化装置、および表示装置

## (57) 【要約】

【課題】 簡素な構成により小型軽量化が容易で、発光波長や光量も極めて安定し、しかも、極めて長寿命な光源装置を用いた照明装置、その他各種の応用装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 紫外線を発光する半導体発光素子を利用し、必要に応じて蛍光体などの波長変換機能を有する材料と組み合わせることにより、小型軽量化が容易で、発光波長や光量も極めて安定し、しかも、極めて長寿命な光源装置を用いた照明装置などの各種応用装置を提供するものである。半導体発光素子としては、特に330nm付近の発光波長を有するものが望ましく、発光層にB GaNを用いたものが好適である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】紫外線を放出する半導体発光素子と、前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、前記紫外線よりも長い波長を有する2次光を放出する蛍光体と、

を備えたことを特徴とする照明装置。

【請求項2】配線基板と、

前記配線基板上に設けられた複数の半導体発光装置と、前記配線基板の周囲を覆うように設けられた透光性を有する外囲器と、を備え、

前記半導体発光装置は、

紫外線を放出する半導体発光素子と、

前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、前記紫外線よりも長い波長を有する2次光を放出する蛍光体と、

を有することを特徴とする照明装置。

【請求項3】前記半導体発光装置は表面実装型であることを特徴とする請求項2記載の照明装置。

【請求項4】前記複数の半導体発光装置のうちの所定数の前記半導体発光装置が直列に接続されてなる複数のユニットが形成され、前記複数のユニットが互いに並列に接続されていることを特徴とする請求項2または3に記載の照明装置。

【請求項5】配線基板と、

前記配線基板上に設けられた紫外線を放出する複数の半導体発光素子と、

前記配線基板の周囲を覆うように設けられた透光性を有する外囲器と、を備え、さらに、

前記外囲器の内壁面には蛍光体が設けられ、前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、前記紫外線よりも長い波長を有する2次光を放出するようにしたことを特徴とする照明装置。

【請求項6】前記複数の半導体発光素子のうちの所定数の前記半導体発光素子が直列に接続されてなる複数のユニットが形成され、前記複数のユニットが互いに並列に接続されていることを特徴とする請求項5記載の照明装置。

【請求項7】前記2次光は、可視光であることを特徴とする請求項1～6のいずれか1つに記載の照明装置。

【請求項8】前記可視光は、赤色、緑色、および青色の波長領域にそれぞれ強度ピークを有することを特徴とする請求項7記載の照明装置。

【請求項9】高周波電圧を直流電圧に変換する変換回路をさらに備え、蛍光灯の電源に接続して前記半導体発光素子を駆動できるようにしたことを特徴とする請求項1～8のいずれか1つに記載の照明装置。

【請求項10】紫外線を放出する半導体発光素子と、前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、可視光領域の波長を有する2次光を放出する蛍光体と、前記半導体発光素子にパルス状の駆動電流を供給するパ

ルス発生器と、を備えたことを特徴とする照明装置。

【請求項11】紫外線を放出する半導体発光素子と、前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、可視光領域の波長を有する2次光を放出する蛍光体と、前記可視光を反射して、所定の方向に照射する凹面鏡と、

を備えたことを特徴とする照明装置。

【請求項12】前記半導体発光素子と、前記蛍光体との間に、前記紫外線を透過し、前記蛍光体から放出される前記2次光を反射するような波長選択性を有する第1の光反射膜をさらに備えたことを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載の照明装置。

【請求項13】前記蛍光体からみて前記半導体発光素子と反対側に、前記紫外線を反射し、前記蛍光体から放出される前記2次光を透過するような波長選択性を有する第2の光反射膜をさらに備えたことを特徴とする請求項1～12のいずれか1つに記載の照明装置。

【請求項14】前記蛍光体からみて前記半導体発光素子と反対側に、前記紫外線を吸収し、前記蛍光体から放出される前記2次光を透過するような波長選択性を有する光吸収体をさらに備えたことを特徴とする請求項1～13のいずれか1つに記載の照明装置。

【請求項15】前記半導体発光素子は、発光層に窒化ガリウム系半導体を含むことを特徴とする請求項1～14のいずれか1つに記載の照明装置。

【請求項16】前記半導体発光素子は、発光層にホウ素とガリウムと窒素とを含むことを特徴とする請求項1～14のいずれか1つに記載の照明装置。

【請求項17】前記半導体発光素子は、基板と、前記基板上に堆積された第1導電型のGaN層と、アルミニウムを含むGaNからなる第1導電型のクラッド層と、ホウ素を含むGaNからなる発光層と、アルミニウムを含むGaNからなる第2導電型のクラッド層と、を少なくとも有することを特徴とする請求項16記載の照明装置。

【請求項18】前記半導体発光素子の発光波長は、約30nmであることを特徴とする請求項1～17のいずれか1つに記載の照明装置。

【請求項19】紫外線を放出する半導体発光素子と、前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、前記紫外線よりも波長の長い光を放出する蛍光体と、外部において反射された前記波長の長い光を検出する受光部と、

を備え、前記蛍光体から放出した光を原稿に照射することによって読みとるよゐにしたことを特徴とする読み取り装置。

【請求項20】前記半導体発光素子は、発光層に窒化ガ

リウム系半導体を含むことを特徴とする請求項19記載の読み取り装置。

【請求項21】前記半導体発光素子は、発光層にホウ素とガリウムと窒素とを含むことを特徴とする請求項19または20に記載の読み取り装置。

【請求項22】前記半導体発光素子は、基板と、前記基板上に堆積された第1導電型のGa<sub>2</sub>N層と、アルミニウムを含むGa<sub>2</sub>Nからなる第1導電型のクラッド層と、ホウ素を含むGa<sub>2</sub>Nからなる発光層と、アルミニウムを含むGa<sub>2</sub>Nからなる第2導電型のクラッド層と、を少なくとも有することを特徴とする請求項21記載の読み取り装置。

【請求項23】前記半導体発光素子の発光波長は、約330nmであることを特徴とする請求項19～22のいずれか1つに記載の読み取り装置。

【請求項24】紫外線を放出する半導体発光素子と、前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、可視光を放出する蛍光体と、前記可視光を集光してスクリーンに投影する光学系と、を備え、透光性の媒体上のパターンを拡大投影するようにしたことを特徴とする投影装置。

【請求項25】前記半導体発光素子は、発光層に窒化ガリウム系半導体を含むことを特徴とする請求項24記載の投影装置。

【請求項26】前記半導体発光素子は、発光層にホウ素とガリウムと窒素とを含むことを特徴とする請求項24または25に記載の投影装置。

【請求項27】前記半導体発光素子は、基板と、前記基板上に堆積された第1導電型のGa<sub>2</sub>N層と、アルミニウムを含むGa<sub>2</sub>Nからなる第1導電型のクラッド層と、ホウ素を含むGa<sub>2</sub>Nからなる発光層と、アルミニウムを含むGa<sub>2</sub>Nからなる第2導電型のクラッド層と、を少なくとも有することを特徴とする請求項26記載の投影装置。

【請求項28】前記半導体発光素子の発光波長は、約330nmであることを特徴とする請求項24～27のいずれか1つに記載の投影装置。

【請求項29】液体あるいは気体を通過させる浄化回路と、前記浄化回路上に設けられた紫外線を放出する半導体発光素子と、を備えた浄化装置。

【請求項30】前記浄化回路上に、オゾン発生器をさらに備え、前記オゾン発生器により発生したオゾンを含む

した液体に前記紫外線を照射するようにした請求項29記載の浄化装置。

【請求項31】前記浄化回路上に、加熱装置をさらに備え、前記浄化回路において浄化された気体を昇温して排気するようにした請求項29記載の浄化装置。

【請求項32】前記半導体発光素子は、発光層に窒化ガリウム系半導体を含むことを特徴とする請求項29～31のいずれか1つに記載の浄化装置。

【請求項33】前記半導体発光素子は、発光層にホウ素とガリウムと窒素とを含むことを特徴とする請求項29～32のいずれか1つに記載の浄化装置。

【請求項34】前記半導体発光素子は、基板と、前記基板上に堆積された第1導電型のGa<sub>2</sub>N層と、アルミニウムを含むGa<sub>2</sub>Nからなる第1導電型のクラッド層と、ホウ素を含むGa<sub>2</sub>Nからなる発光層と、アルミニウムを含むGa<sub>2</sub>Nからなる第2導電型のクラッド層と、を少なくとも有することを特徴とする請求項33記載の浄化装置。

【請求項35】前記半導体発光素子の発光波長は、約330nmであることを特徴とする請求項29～34のいずれか1つに記載の浄化装置。

【請求項36】紫外線を放出する半導体発光素子と、前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、可視光を放出する蛍光体が堆積された表示パネルと、を備えたことを特徴とする表示装置。

【請求項37】前記半導体発光素子は、発光層に窒化ガリウム系半導体を含むことを特徴とする請求項36記載の表示装置。

【請求項38】前記半導体発光素子は、発光層にホウ素とガリウムと窒素とを含むことを特徴とする請求項36または37に記載の表示装置。

【請求項39】前記半導体発光素子は、基板と、前記基板上に堆積された第1導電型のGa<sub>2</sub>N層と、アルミニウムを含むGa<sub>2</sub>Nからなる第1導電型のクラッド層と、ホウ素を含むGa<sub>2</sub>Nからなる発光層と、アルミニウムを含むGa<sub>2</sub>Nからなる第2導電型のクラッド層と、を少なくとも有することを特徴とする請求項38記載の表示装置。

【請求項40】前記半導体発光素子の発光波長は、約330nmであることを特徴とする請求項36～39のいずれか1つに記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、照明装置、読み取

り装置、投影装置、浄化装置、および表示装置に関する。より詳しくは、本発明は、紫外線を発光する半導体発光素子を種々の形態に応用することにより得られる高効率、長寿命、小型軽量の照明装置、読み取り装置、投影装置、浄化装置、および表示装置に関する。

【0002】

【従来技術】照明装置を始めとする種々の装置において、光源として用いる発光装置には、種々の方式が採用されている。これらの従来技術のうちで、代表的なものに蛍光灯システムがある。

【0003】図15は、従来の蛍光灯システムの概略構成を表す模式図である。すなわち、蛍光灯システム900は、蛍光灯910と電源920とにより構成される。蛍光灯910としては、ガラス管911の内部に、水銀蒸気とアルゴン(Ar)などの希ガスとの混合ガス912が封入され、ガラス管911の内壁面に蛍光物質913が塗布されているものが一般的である。このような蛍光灯910は、両端に設けられている電極915、915を介して、外部に設けられた電源920に接続されている。電源920は、高周波の交流電圧を発生し、この電圧が印加されることによって水銀蒸気がグロー放電を起こし、紫外線が放出される。放出された紫外線は、蛍光物質913に吸収されて可視光に波長変換され、ガラス管911を透過して外部に放出される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図15に示したような従来の蛍光灯システムにおいては、電源920において高周波電圧を発生するために、インバータなどを用いた昇圧、高周波発生回路が必要となる。そのため、電源920の構成が複雑となり、コストが高く、信頼性も低下しやすく、寿命も短いなどという問題があった。

【0005】また、蛍光灯910は、水銀蒸気のグロー放電を利用しているために、点灯時間に遅延が生じるとともに、点灯直後に放電が不安定で光量が安定しないという問題もあった。さらに、周囲温度によって、放電状態が変化するのために、特に低温において、光量が低下しやすいという問題もあった。

【0006】さらに、蛍光灯910は、ガラス管に水銀蒸気を封入した構成を有するために、小型軽量化が容易でなく、寿命も短く、振動や衝撃などの機械的強度を十分に確保することも困難で、水銀による環境汚染を防止する対策も必要とされていた。

【0007】一方、従来技術として幅広く用いられてきたもうひとつの技術として電球を挙げることができる。しかし、電球においても、ガラス球の内部に熱フィラメントを封入した構成であるが故に、消費電力、発光効率、発熱量、寿命、機械的強度、サイズおよび重量などの多くの点で改善すべき多くの問題点があった。

【0008】本発明は、かかる点に鑑みてなされたもの

である。すなわち、本発明は、簡素な構成により小型軽量化が容易で、発光波長や光量も極めて安定し、しかも、極めて長寿命な光源装置を用いた照明装置、その他各種の応用装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明による照明装置は、紫外線を放出する半導体発光素子と、前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、前記紫外線よりも長い波長を有する2次光を放出する蛍光体と、を備えたことを特徴とし、高効率で長寿命、小型軽量などの多くの利点を有する。

【0010】また、本発明による照明装置は、配線基板と、前記配線基板上に設けられた複数の半導体発光装置と、前記配線基板の周囲を覆うように設けられた透光性を有する外囲器と、を備え、前記半導体発光装置は、紫外線を放出する半導体発光素子と、前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、前記紫外線よりも長い波長を有する2次光を放出する蛍光体と、を有することを特徴とし、高効率で長寿命、小型軽量などの多くの利点を有する。

【0011】また、前記半導体発光装置を表面実装型とすることにより、さらに明るく小型化を可能とすることができる。

【0012】また、前記複数の半導体発光装置のうちの所定数の前記半導体発光装置が直列に接続されてなる複数のユニットを形成し、前記複数のユニットを互いに並列に接続することにより、信頼性を向上させ、駆動電圧も抑えることができる。

【0013】一方、本発明による照明装置は、配線基板と、前記配線基板上に設けられた紫外線を放出する複数の半導体発光素子と、前記配線基板の周囲を覆うように設けられた透光性を有する外囲器と、を備え、さらに、前記外囲器の内壁面には蛍光体が設けられ、前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、前記紫外線よりも長い波長を有する2次光を放出するようにして、高効率で長寿命、小型軽量などの多くの利点を得ることができる。

【0014】ここで、前記複数の半導体発光素子のうちの所定数の前記半導体発光素子が直列に接続されてなる複数のユニットを形成し、前記複数のユニットを互いに並列に接続することによっても、信頼性を向上させ、駆動電圧も抑えることができる。

【0015】また、前記2次光を、可視光とすれば、高性能の可視光源を構成することができる。

【0016】さらに、前記可視光は、赤色、緑色、および青色の波長領域にそれぞれ強度ピークを有するようにすれば、いわゆる「3波長型」の白色光源を構成することができる。

【0017】一方、高周波電圧を直流電圧に変換する変換回路をさらに備え、蛍光灯の電源に接続して前記半導

体発光素子を駆動できるようにすると、従来の蛍光灯システムと互換性を得ることができ、極めて便利である。

【0018】一方、紫外線を放出する半導体発光素子と、前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、可視光領域の波長を有する2次光を放出する蛍光体と、前記半導体発光素子にパルス状の駆動電流を供給するパルス発生器と、を備えることにより、高効率で長寿命、小型軽量などの多くの利点を有する写真機用閃光装置としての照明装置を構成することができる。

【0019】また、紫外線を放出する半導体発光素子と、前記半導体発光素子が放出する前記紫外線を吸収して、可視光領域の波長を有する2次光を放出する蛍光体と、前記可視光を反射して、所定の方向に照射する凹面鏡と、を備えることにより、高効率で長寿命、小型軽量などの多くの利点を有するランプ・ユニットとしての照明装置を構成することができる。

【0020】さらに、前記半導体発光素子と、前記蛍光体との間に、前記紫外線を透過し、前記蛍光体から放出される前記2次光を反射するような波長選択性を有する第1の光反射膜をさらに備えることにより、波長変換効率を向上させることができる。また、前記蛍光体から放出される前記2次光を反射するような波長選択性を有する第2の光反射膜をさらに備えることにより、さらに波長変換効率を向上させ、紫外線の漏洩を防ぐこともできる。

【0021】また、前記蛍光体からみて前記半導体発光素子と反対側に、前記紫外線を吸収し、前記蛍光体から放出される前記2次光を透過するような波長選択性を有する光吸収体をさらに備えることにより、紫外線の漏洩を防ぎ外乱光による不要な発光を防ぐこともできる。

【0022】前記半導体発光素子としては、発光層に窒化ガリウム系半導体を含むことにより、紫外線を高い効率で放出することができる。

【0023】また、前記半導体発光素子としては、発光層にホウ素とガリウムと窒素とを含むことにより、さらに高い効率で紫外線を放出することができる。

【0024】その具体的な構成としては、基板と、前記基板上に堆積された第1導電型のGaN層と、アルミニウムを含むGaNからなる第1導電型のクラッド層と、ホウ素を含むGaNからなる発光層と、アルミニウムを含むGaNからなる第2導電型のクラッド層と、を少なくとも有するものであることが望ましい。

【0025】また、その発光波長は、約330nmであることが望ましい。

【0026】紫外線を放出する半導体発光素子と、照明装置に関して前述したような構成は、その他、読み取り装置、投影装置、浄化装置、および表示装置についても同様に適用して、同様の効果を得ることができる。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明は、紫外線を発光する半導体発光素子を利用し、必要に応じて蛍光体などの波長変換機能を有する材料と組み合わせることにより、小型軽量化が容易で、発光波長や光量も極めて安定し、しかも、極めて長寿命な光源装置を用いた照明装置などの各種応用装置を提供するものである。

【0028】以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。

【0029】図1は、本発明の第1の実施の形態に係る照明装置を表す概略図である。すなわち、図面(a)は、その全体斜視図であり、図面(b)は、その横断面図、図面(c)は、その配線基板の概略平面図である。

【0030】本実施形態による照明装置100は、配線基板110が外周器120Aおよび外周器120Bの内部に収容された構成を有する。外周器120Aおよび120Bは、それぞれ、例えば樹脂により形成することができる。外周器120Aは、透光性を有するカバーであり、外周器120Bは、天井などに取り付けられるためのベースとしての役割を有する。

【0031】配線基板110の主面上には、白色の発光を放出する半導体発光装置130、130、・・・が配置されている。この半導体発光装置130は、後に詳述するように、紫外線を発光する発光ダイオード(LED)と蛍光体とを備える。このような半導体発光装置130は、例えば、赤色、緑色および青色のそれぞれの波長領域に強度ピークを有するような、いわゆる「3波長型」の白色発光特性を有することが望ましい。

【0032】図2は、本発明において用いて好適な半導体発光装置の構成を表す概略断面図である。すなわち、半導体発光装置130は、少なくとも半導体発光素子132と、蛍光体136とを備える。半導体発光素子132は、例えばリード・フレームなどの実装部材134の上にマウントされている。そして、半導体発光素子132の光出力し経路上に蛍光体136が配置されている。半導体発光素子132は、例えば、樹脂138などにより封止するようにしても良い。

【0033】半導体発光素子132は、紫外線を放出し、蛍光体136は、その紫外線を吸収して波長変換し、所定の波長を有する可視光あるいは赤外線を外部に放出する。

【0034】蛍光体から放出される光の波長は、蛍光体の材料を適宜選択することにより、調節することができる。半導体発光素子132から放出される紫外線を吸収して、効率良く2次光を放出する蛍光体としては、例えば、赤色の発光を生ずるものとしては、 $Y_2O_3:Sr:Eu$ 、青色の発光を生ずるものとしては、 $(Sr, Ca, Ba, Eu)_{10}(PO_4)_6Cl_2$ 、緑色の発光を生ずるものとしては、 $3(Ba, Mg, Eu, Mn)O \cdot 8Al_2O_3$ などを挙げることができる。これらの蛍光物質を適当な割合で混合すれば、可視光領域の殆どすべての

色調を表現することができる。

【0035】また、これらの蛍光体は、330nm付近の波長帯において吸収ピークを有する場合が多い。従って、これらの蛍光物質により効率的に波長変換を行うためには、半導体発光素子132が330nm付近の波長帯の紫外線を放出するようにすることが望ましい。このような特性を有する半導体発光素子132としては、ホウ素(B)を含んだGa<sub>2</sub>Nを発光層として用いたものを挙げることができ、この好適な構成については後に詳述する。

【0036】一方、このような蛍光体136は、半導体発光素子132から離れてその放光の経路上に配置しても良く、半導体発光素子132の表面上に堆積しても良く、半導体発光素子132の内部に配置あるいは含有させても良い。

【0037】ここで、再び図1に戻ると、各半導体発光装置130は、必要とされる照明光量や、サイズ、電力などの条件に応じて、配線基板110の上面上に、所定の間隔で配置されている。基板110の上にコンパクト且つ高密度に実装するためには、半導体発光装置130は、いわゆる「表面実装型(SMD)」のランプ構造を有することが望ましい。このように個々の光源を小さくすることにより、それぞれについて光反射体などを設けて光源からの光を集光することができるようになり、効率が高く明るい照明装置を実現できる。

【0038】また、基板110の上に実装される半導体発光装置130、130、・・・の相互間の接続関係としては、例えば、図1(c)に示したように、所定数の半導体発光素子130を直列に接続したユニットを形成し、それぞれのユニットを並列に接続するという接続関係が望ましい。このような接続関係を採用すれば、電源電圧や駆動電流を極端に高く設定する必要がなく、また、いずれかの半導体発光装置130が故障した場合においても、他の半導体発光装置130に与える駆動電圧の変化などの影響を低減することができる。すなわち、いずれかのユニットが故障した場合においても、残りのユニットは正常に動作することができ、従来の蛍光灯のように全体がためになることがないので、信頼性の点で格段に有利となる。しかし、本発明はこれに限定されるものではなく、この他にも、配線基板110上のすべての半導体発光装置130を直列あるいは並列に接続しても良い。

【0039】また、上述した例においては、白色に発光する半導体発光装置130を採用しているが、本発明はこれに限定されるものではない。この他にも、例えば、紫外線を放出する半導体発光装置を配線基板110の上に配置し、樹脂カバー120Aの内壁面上に蛍光体を堆積して、紫外線を吸収、波長変換し、白色光を外部に放出するようにしても良い。

【0040】また、従来の蛍光灯との互換性を確保する

ために、蛍光灯に印加される高周波駆動電圧を直流電圧に変換して半導体発光装置130に供給する変換回路を併せて設けると、極めて便利である。本実施形態による照明装置は、家庭・事務所用の室内灯のみならず、街灯、サーキュライト、マスク・ライナなどの各種製造装置用の光源、植物栽培用光源など、極めて幅広い分野において利用することができる。

【0041】本発明者の試算によれば、従来の40W型の蛍光灯に相当する光量を得るためには、例えば、66個の半導体発光装置130を4列配置すれば良い。本発明によれば、従来の蛍光灯よりも消費電力が低く、寿命が極めて長くなるとともに、小型化、軽量化が容易であり、衝撃や振動などに対する機械的強度を顕著に改善することができる。さらに、水銀による環境汚染も解消することができる。

【0042】次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。図3は、本発明の第2の実施の形態に係る写真機用閃光装置を表す模式図である。すなわち、同図に表した写真機150は、レンズ152、ファインダ154とともに、いわゆるフラッシュとして、本発明による半導体発光装置130を備える。半導体発光装置130は、図2に関して前述したように、半導体発光素子と蛍光体により所定波長分布を有する白色光を放出する。また、半導体発光装置130に用いる蛍光体136の種類によっては、特定の発光波長を強調したり、場合によっては赤外線カメラなどに対してでも応用が可能となる。半導体発光装置130は、パルス発生器158に接続され、パルス状の駆動電流を供給されることによりフラッシュとして用いることができる。

【0043】本発明によれば、従来の電球を利用した写真機用閃光装置と比較して、消費電力が小さく、寿命が極めて長いという利点が見られる。さらに、半導体発光素子の特性を生かして、超高速撮影カメラなどの特殊用途への応用も可能となる。

【0044】次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。図4は、本発明の第3の実施の形態に係るランプを表す模式図である。すなわち、本発明によるランプ・ユニット200においては、凹面鏡210の焦点付近に半導体発光装置130が配置されている。半導体発光装置130の内部においては、半導体発光素子から放出される紫外線が蛍光体により波長変換され、白色光などの光として外部に放出される。この光は凹面鏡210により、所定方向に集光され、放出される。半導体発光装置130の内部において、光源となる蛍光物質を凹面鏡の焦点近傍に集中して設けることにより、集光性を改善することができる。

【0045】本発明によるランプ・ユニット200は、例えば車載用のヘッドランプや、懐中電灯などに応用することができる。図2に示したような半導体発光装置130は、従来の電球と比較して、小型化が極めて容易で

ある。従って、異なる発光色を有する半導体発光装置130を凹面鏡210の焦点付近に隣接して配置することができるようになる。その結果として、一つのランプ200により、複数の発光色を実現できる。たとえば、ヘッドランプとフォグラップを共通のランプ・ユニットに組込むことも可能である。また、バックランプとストップランプの組み合わせなども可能となる。

【0046】また、半導体発光装置130の代わりに、紫外線を放出する半導体発光素子132を配置し、その紫外線を直接凹面鏡210で反射した後、蛍光体で波長変換するようにしても良い。この場合には、蛍光体は、例えば、凹面鏡210の反射面上に堆積したり、ランプ・ユニットの光出射窓部に配置すれば良い。

【0047】本発明によれば、従来の電球を利用したランプ・ユニットと比較して、消費電力が小さく、寿命が極めて長いとともに、振動や衝撃などに対する機械的強度が顕著に改善されるという利点が得られる。さらに、光源を小さくすることができ、集光性を飛躍的に高めることが可能となり、遠方を高い照度で照らしたい場合などに特に有利となる。

【0048】次に、本発明の第4の実施の形態について説明する。図5は、本発明の第4の実施の形態に係る読み取り装置を表す模式図である。すなわち、本発明による読み取り装置250においては、赤色の光を放出する半導体発光装置130Aと、緑色の光を放出する半導体発光装置130Bと、青色の光を放出する半導体発光装置130Cとがそれぞれ配置されている。半導体発光装置130A、B、Cは、それぞれ内蔵する蛍光体136の材料を変えることによって、それぞれの発光色を得ることができる。

【0049】半導体発光装置130A、B、Cからの赤色光、緑色光、青色光は、図示しない原稿に向けて照射され、それぞれの反射光が、受光部260A、B、Cにより検出されるようにされている。受光部260A、B、Cは、例えば、感光型素子やCCDなどにより構成することができる。本発明による読み取り装置は、ファックス（FAX）やスキャナ、あるいはコピー機などに組込まれ、所定の原稿を読みとって電気信号に変換することができる。

【0050】本発明によれば、従来の蛍光灯を利用した読み取り装置と比較して、消費電力が小さく、寿命が極めて長いとともに、振動や衝撃などに対する機械的強度が顕著に改善されるという利点が得られる。

【0051】次に、本発明の第5の実施の形態について説明する。図6は、本発明の第5の実施の形態に係る投影装置を表す模式図である。すなわち、本発明による投影装置300においては、凹面鏡310の焦点付近に半導体発光装置130が配置され、その前方に投影レンズ320が配置されている。半導体発光装置130から放出された光は、凹面鏡310により集光され、透光性シ

ートなどに描かれた所定の原稿340の透過パターンを、投影レンズ320により、スクリーン342上に投影する。

【0052】本発明によれば、従来の電球を利用した読み取り装置と比較して、消費電力が小さく、発熱が少なく、寿命が極めて長いとともに、小型軽量化が容易で、振動や衝撃などに対する機械的強度が顕著に改善されるという利点が得られる。

【0053】次に、本発明の第6の実施の形態について説明する。図7は、本発明の第6の実施の形態に係る浄化装置を表す模式図である。すなわち、本発明による浄化装置350においては、浄化回路360に沿って、オゾン発生器370と半導体発光素子132とが配置されている。浄化回路360に水355Aを供給した場合に、半導体発光素子132からの紫外線により殺菌・浄化され浄化水355Bとして排出される。また紫外線照射の前に、オゾン発生器370によりオゾン水を水に溶かしておく、オゾンによる殺菌・浄化効果に加え紫外線照射による活性酸素化を促し、殺菌・浄化効果はさらに高まる。

【0054】一方、本発明による浄化装置350は、空気の清浄化にも適する。すなわち、浄化回路360に空気を供給することにより、空気に半導体発光素子132からの紫外線を照射して、空気の殺菌・浄化を行うこともできる。また、図示しない加熱機構により、供給した空気の温度を上げて熱風として排気することにより、殺菌効果を高めた浄化装置としても良い。本発明による浄化装置350は、例えば、医療用、各種保存用ケース内、冷蔵庫内などの殺菌・浄化用にも応用できる。

【0055】本発明によれば、従来の紫外線蛍光灯を利用した浄化装置と比較して、紫外線の強度が大きく浄化能力が高いとともに、消費電力が小さく、寿命が極めて長いとともに、振動や衝撃などに対する機械的強度が顕著に改善されるという利点が得られる。また、半導体発光素子132の点灯直後に瞬時に所定の安定した出力を得ることができる。さらに、装置全体を小型化することができるので設置が容易となり、鑑賞用水槽や家庭用風呂水浄化などの用途について特に有利となる。

【0056】次に、本発明の第7の実施の形態について説明する。図8は、本発明の第7の実施の形態に係る紫外線照射装置を表す模式図である。すなわち、本発明による紫外線照射装置400においては、凹面鏡410の焦点付近に半導体発光素子132が配置されている。半導体発光素子132から放出された紫外線は凹面鏡410により反射・集光されて、ターゲット440に高い照射強度で照射される。このようにして、例えば、樹脂成型用や日焼け用、消毒用などの用途に活用することができる。また、後述するB Ga N系の半導体発光素子を用いれば、人体内でビタミンDの生成に役立つ300nm付近の紫外線を高い効率で発生させることができるので、

健康器具としての応用も可能となる。

【0057】本発明によれば、従来の紫外線蛍光灯を利用した紫外線照射装置と比較して、紫外線の強度が高いとともに、消費電力が小さく、寿命が極めて長いとともに、振動や衝撃などに対する機械的強度が顕著に改善されるという利点が得られる。さらに、本発明によれば、光源を極めて小さくすることができるので、集光性を高めて紫外線照射密度を飛躍的に高めることができる。

【0058】次に、本発明の第8の実施の形態について説明する。図9は、本発明の第8の実施の形態に係る表示装置を表す模式図である。すなわち、本発明による表示装置450は、紫外線を放出する半導体発光素子132と表示パネル460とを有する。表示パネル460の裏面には、発光色の異なる複数の蛍光体により、所定の文字や図絵などが描かれている。半導体発光素子132から放出された紫外線は、表示パネル460の裏面の蛍光体により波長変換され、所定の文字や図絵などのパターンを表示する。

【0059】また、紫外線を放出する半導体発光素子132の代わりに半導体発光装置130を配置しても良い。この場合には、半導体発光装置130から放出される白色光などの可視光をバックライトとして、表示パネル上の所定の文字や図絵などを表示することができる。

【0060】本発明による表示装置450は、例えば、車載用インジケータ・ランプや、各種玩具用表示ランプ、各種警告灯、非常灯など極めて幅広い用途に適用することができる。

【0061】本発明によれば、従来の蛍光灯や電球を利用した表示装置と比較して、表示輝度が高いとともに、消費電力が小さく、寿命が極めて長いとともに、振動や衝撃などに対する機械的強度が顕著に改善されるという利点が得られる。

【0062】次に、本発明の第9の実施の形態について説明する。図10は、本発明の第9の実施の形態に係る半導体発光装置を表す模式図である。すなわち、本発明による半導体発光装置500は、紫外線を放出する半導体発光素子132と第1の光反射部510、波長変換部520、第2の光反射部530、および光吸収部540がこの順序で設けられている。

【0063】本実施形態における第1の光反射部510は、半導体発光素子132から放出される紫外線を透過し、波長変換部520において波長変換され放出される可視光などの2次光は反射するような波長選択性を有する。すなわち、半導体発光素子132からの紫外線に対する反射率は低く、波長変換部520からの2次光の波長の光に対する反射率が高くなるように構成されている。

【0064】このような波長選択性は、例えば、ブラッグ反射鏡を利用することにより実現することができる。すなわち、屈折率が異なる2種類の薄膜を交互に積層す

ることにより、特定の波長領域の光に対する反射率が高い反射鏡を形成することができる。例えば、1次光の波長を $\lambda$ 、薄膜層の光屈折率を $n$ とした場合に、膜厚をそれぞれ $\lambda/4n$ とした2種類の薄膜を交互に積層することにより、1次光に対する反射率が極めて高い反射鏡を形成することができる。このような2種類の薄膜は、光屈折率の差が大きいために望ましい。その組み合わせとしては、例えば、酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )と酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )、窒化アルミニウム( $\text{AlN}$ )と窒化インジウム( $\text{InN}$ )、あるいはこれらのうちのいずれかの材料からなる薄膜と、アルミニウム・ガリウム砒素、アルミニウム・ガリウム燐、五酸化タンタル、多結晶シリコン、非晶質シリコンなどのいずれかの材料の薄膜とを適宜組み合わせても良い。

【0065】波長変換部520は、半導体発光素子132から放出された紫外線を吸収して、より長波長の2次光を放出する役割を有する。その構成としては、例えば、所定の媒体に蛍光体を含有させた層とすることができる。この蛍光体は、半導体発光素子132から放出される紫外線を吸収して励起され、所定の波長を有する2次光を放出する。例えば、半導体発光素子132から放出される紫外線が、波長約330nmの光であり、蛍光体により波長変換された2次光は、可視光あるいは赤外線領域の所定の波長を有することすることができる。2次光の波長は、蛍光体の材料を適宜選択することにより、調節することができる。紫外線領域の1次光を吸収して、効率良く2次光を放出する蛍光体としては、例えば、赤色の発光を生ずるものとしては、 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{:Sr}$ 、 $\text{Eu}$ 、青色の発光を生ずるものとしては、 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{:Cl}_2$ 、緑色の発光を生ずるものとしては、 $3(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Eu}, \text{Mn})\text{O} \cdot 8\text{Al}_2\text{O}_3$ などを挙げることができる。これらの蛍光物質を適当な割合で混合すれば、可視光領域の殆どすべての色調を表現することができる。

【0066】また、これらの蛍光物質は、330nm付近の波長帯において吸収ピークを有する場合が多い。従って、これらの蛍光物質により効率的に波長変換を行うためには、半導体発光素子132が330nm付近の波長帯の紫外線を放出するようにすることが望ましい。

【0067】次に、第2の光反射部530について説明する。光反射部530は波長選択性を有する反射鏡であり、波長変換部520から入射する光のうちで、紫外線を反射し、2次光を透過させる役割を有する。すなわち、光反射部530は、紫外線の波長の光を反射し、2次光の波長の光を透過するカット・オフ・フィルタ、あるいはバンドパス・フィルタとして作用する。その具体的な構成としては、例えば、前述したようなブラッグ反射鏡とすることができる。

【0068】このような光反射部530を配置することにより、波長変換部520を透過して漏洩した紫外線を

高い効率で反射して、波長変換部520に再び戻すことができる。このようにして戻された紫外線は、波長変換部520において波長変換され、2次光として、光反射部530を透過する。つまり、波長変換部520の光射出側には光反射部530を配置することにより、紫外線の外部への漏洩を防止するとともに、波長変換部520を透過した紫外線を戻して高い効率で波長変換することができるようになる。また、外部からの紫外線も光反射部530により反射できるので、外乱光により波長変換部520が励起されて不要な発光を生ずるという問題を解消することもできる。

【0069】次に、光吸収部540について説明する。光吸収部は、波長選択性を有する吸収体であり、紫外線を高い効率で吸収するとともに2次光は透過させる役割を有する。すなわち、紫外線の波長の光に対する吸収率が高く、2次光の波長の光に対する吸収率は低いような吸収特性を有する。この具体的な構成としては、例えば、透光性の媒体に所定の吸収体を分散させたものを挙げることができる。このような吸収体としては、例えば、2次光が赤色の光の場合には、カドミウム・レッドや弁柄を挙げることができ、2次光が青色の光の場合には、コバルト・ブルーや群青などを挙げることができる。

【0070】このような光吸収部540を設けることにより、光反射部530を透過した紫外線を吸収して外部への漏洩を防止することができるように、外部に取り出す光のスペクトルを調節して、純色性を改善することも可能となる。また、外部からの紫外線も光吸収部540により吸収されるので、外乱光により波長変換部520が励起されて不要な発光を生ずるという問題を解消することもできる。

【0071】本実施形態によれば、半導体発光素子132から放出された紫外線は第1の光反射部510を透過して波長変換部520に入射し、2次光に波長変換される。また、波長変換部520において波長変換されずに透過した紫外線は、第2の光反射部530により反射されて再び波長変換部520に戻される。さらに、第2の

光反射部530も透過した紫外線は、光吸収部540において吸収され、外部への漏洩が防止される。

【0072】一方、波長変換部520から放出された2次光のうちで第2の光反射部510の方向に射出した光成分は、光反射部530および光吸収部540を透過して外部に取り出すことができる。また、波長変換部520から放出された2次光のうちで半導体発光素子132の方向に射出した光成分は、第1の光反射部510により反射され、波長変換部520、光反射部530および光吸収部540を透過して外部に取り出すことができるようになる。

【0073】ここで、第1の光反射部510を設けない場合には、波長変換部520から半導体発光素子132の方向に放出された2次光は、半導体発光素子132により吸収され、あるいは乱反射されて、外部に有効に取り出すことができない。これに対して、本実施形態によれば、第1の光反射部510を設けることにより、波長変換部520から半導体発光素子132の方向に放出される2次光を光反射部510により反射して、外部に効率良く取り出すことができるようになる。すなわち、光は2つの光反射部の間で多重反射したりして最終的には大部分が波長変換され、外部へ取り出されることになる。よって取り出し効率の極めて高い高効率発光装置を実現することができる。

【0074】次に、本発明に用いて好適な紫外線を発光する半導体発光素子132の詳細について説明する。

【0075】図11は、本発明に用いて好適な半導体発光素子132の断面構成を表す模式図である。すなわち、半導体発光素子132は、紫外波長域で発光する発光ダイオード(LED)である。図11に示したように、半導体発光素子132は、サファイア基板1001上に半導体層1002〜1008が積層された構成を有する。各半導体層の結晶成長は、例えば有機金属化学気相成長法(MOCVD法)により行うことができる。それぞれの半導体層の膜厚と成長温度について以下に例示する。

【0076】

GaNバッファ層	1002・0.05μm、550℃
n-GaNコンタクト層	1003・4.0μm、1100℃
n-AlGaNクラッド層	1004・0.2μm、1100℃
n-BGaN活性層	1005・0.5μm、1200℃
p-AlGaN第1クラッド層	1006・0.05μm、1100℃
p-AlGaN第2クラッド層	1007・0.2μm、1100℃
p-GaNコンタクト層	1008・0.05μm、1100℃

また、電流注入用の電極1009および1010は、それぞれ、n-GaNコンタクト層1003およびp-GaNコンタクト層1008上に形成されている。半導体発光素子132が従来の素子と異なる点は、活性層1005にホウ素(B)を含む窒化ガリウム系半導体を用い、さらにその隣接する層にAlGaNを用いている点

にある。従来、Bを含む結晶はBNを中心に開発が進められてきており、その基板結晶としてはSiCが用いられ、結晶成長温度としては約1300℃という高い成長温度が必要であった。しかしながら、BをGaNに混入させようと試みると、BはGaN結晶中への溶解度が低く、また基板に用いるSiCとの格子不整合が大きいと

いう問題があった。このため、例えば結晶の表面モロジの平坦性などの点で品質の高いBGaNの3元混晶は、これまで得られていなかった。

【0077】本半導体発光素子132の優れた点は、BGaNの下地層に耐熱性の高いAlを含むAlGaNを用いることにより、高品質のBGaN結晶を成長することができる点にある。つまり、AlGaNを1100℃で成長した後、成長温度を窒化ガリウム系の成長としては比較的高い1200℃に昇温しても、その結晶表面の平坦性が保たれることから、良質のBGaN結晶を平坦性よく成長できる。

【0078】本発明者の実験によれば、更に成長温度を上げた場合には、AlGaNの表面からのNの抜けによるものと考えられる表面荒れが顕著になり、加えてAlGaNとの格子不整合率が増加するために、成長したBGaN層の表面の平坦性が劣化した。ここでBの濃度を増加するほど、結晶表面の平坦性は劣化する傾向が認められ、平坦な表面を有する結晶が得られた $B_2Ga_{1-x}N$ のB混晶比(X)は0.1以下であった。これ以上の濃度のBの混晶化は未だ困難である。

【0079】しかし、本発明者が得た混晶組成は、紫外波長領域での発光素子としては十分な混晶比であり、その波長は365～300nmに対応することが分かった。

【0080】本構造が有するもう一つの利点は、比較的厚くに成長したn-GaNコンタクト層1003の上にBGaNを含む発光層を成長出来る点にある。図11のような素子構造を作成する際には、n側電極1009の形成にあたって、半導体層をエッチングしてn型コンタクト層1003を露出させる必要がある。このエッチング工程の加工精度の許容度を拡大するためには、n型コンタクト層1003をある程度厚く成長することが望ましい。しかし、BGaN混晶では厚膜成長が困難でありエッチング・プロセスの歩留まりを低下させてしまうため、n型コンタクト層として用いることが適さない。

【0081】BGaN混晶は、6H型のSiC基板に格子整合するB混晶比を有しており、導電性を有するSiC基板上に成長する場合には、電極形成のためのエッチング・プロセスが必要でなく、必ずしも厚い結晶は必要とされない。しかし、その際のB混晶比は0.2と高く結晶成長自身が困難であり、また、SiC基板が紫外線の波長に対し不透明となることから単純に素子特性向上に結び付くわけはない。

【0082】以上説明したような事情により、本発明による半導体発光素子132における、GaN層/AlGaN層の上にBGaN発光層を覆層した構造は、格子整合条件を必要とせずに厚膜で平坦なGaN層/AlGaN層を成長することができ、BGaNを発光層とするLEDを実現するにあたって非常に有効である。

【0083】図11に示した構成において、 $B_2Ga_{1-x}$

N活性層1005のB混晶比(X)を0.05とし、 $p-A_{1-y}Ga_{1-y}N$ 第1クラッド層1006のAl混晶比(Y)を0.3、 $n-A_{1-z}Ga_{1-z}N$ クラッド層1004および $p-A_{1-g}Ga_{1-g}N$ クラッド層1007のAl混晶比(Z)を0.2とした半導体積層構造を作成し、350μm角のチップに加工してLEDを試作した結果、発光スペクトルピークが約330nmの紫外線発光を得ることができた。動作電流を20mAにしたときの発光強度は約10μWであった。

【0084】図12は、BGaNに対してシリコン(Si)をドーピングした場合のシリコン濃度とフォトルミネッセンス(PL)発光強度との関係を示すグラフ図である。すなわち、同図の横軸はBGaN中のシリコン濃度を表し、縦軸はPL発光強度を任意単位で表す。同図からわかるようにシリコン濃度によって、LEDの発光強度が変化する。すなわち、シリコン濃度の増加にともなう、 $1E16cm^{-3}$ 付近から急激に発光強度が増加し、約 $1E18$ から $1E20cm^{-3}$ 付近で発光強度は最大となり、それ以上高いシリコン濃度では、発光強度は急激に減少する。本発明者の実験によれば、このような傾向はB混晶比を変化させても変わらず、同様の結果が得られた。図11に示した層構造において、BGaN活性層1005に対してシリコンを $1E19cm^{-3}$ ドーピングしたところ、発光波長は330nmで変わらず、20mAでの発光強度は約2mWで向上した。さらに活性層1005のシリコン濃度を変化させた実験の結果、シリコン濃度としては、 $1E17cm^{-3}$ から $1E21cm^{-3}$ の範囲において、特性向上および積層構造を作成する上で実用上適当であることがわかった。

【0085】図13は、本発明の異なる実施の形態に関わる紫外線発光型の半導体発光素子の略略断面構造を表す図である。すなわち、半導体発光素子132Bは、6H型SiC基板1101上に成長させた積層構造を有する。各層の膜厚および成長温度は図11に関して前述したものとほぼ同様であり、異なる点はGaNバッファ層1102がn型にドーピングされ、n側電極1109がSiC基板1101の裏面側に形成されている点である。結晶成長は、例えば有機金属化学気相成長法(MOCVD法)により行うことができる。前述したように、6H型SiC基板1101を採用した場合においては、紫外線波長域においては不透明になるので、基板側へ放射された光を発光素子の外部に取り出すことができなくなるというデメリットが生ずる。しかし、GaNとの実効格子不整合率はサファイア基板の13.8%に対して3.4%と6H型-SiC基板の方が小さく、格子不整合に起因する転位や各種の結晶欠陥の密度を低減することができる。このようにBGaN活性層1105の下地の結晶層の品質が向上することから、BGaN結晶1105の結晶品質も向上し、発光素子の発光特性を改善することができる。すなわち、6H型SiC基板1101

を採用する利点は、結晶性の改善に起因する発光特性の向上である。

【0086】図13に示した構造において、 $B_xGa_{1-x}$ N活性層1105のB混晶比(X)を0.05とし、 $p-A_1Ga_{1-y}N$ 第1クラッド層1106のA1混晶比(Y)を0.3、 $n-A_1Ga_{1-z}N$ クラッド層1104および $p-A_1Ga_{1-z}N$ クラッド層1107のA1混晶比(Z)を0.2とした層構造を作成し、350nm角のチップに加工してLEDを作成したところ、発光スペクトルピークが330nmの発光を得ることができた。

【0087】 $B_xGa_{1-x}N$ 活性層1105に対してシリコンをドーピングして結晶中のシリコン濃度を $1E19\text{ cm}^{-3}$ として作成した素子においては、動作電流を20mAにしたときの発光強度は約1.3mWであった。

【0088】図14は、図13に示した半導体発光素子132Bの変型例を表す断面模式図である。すなわち、半導体発光素子132Cは、図13に示した半導体発光素子32Bの半導体積層構造を表面側からエッチングして $n-GaN$ コンタクト層1103を露出させ、 $n$ 側電極1109を形成したものである。この構造においても素子特性に重要な $BGaN$ 活性層に与える影響は同様であり、その有用性は大きい。

【0089】なお、以上説明した本発明の実施形態は、図示した構造や前述した製造方法に限定されるものではない。すなわち、発光層として $BGaN$ 混晶について記したが、 $BInAlGa$ 系の材料を用いて、注入キャリアの閉じ込めが可能なヘテロ接合が形成されれば良く、 $BGaN$ の3元素に限られるものではない。

【0090】また、 $p$ 側電極を形成するコンタクト層も $GaN$ 層に限定されず、 $InAlGaIn$ 系から選ばれる材料であれば、その特性は満足され、活性層からの発光に対して吸収損失を有する材料系の場合は膜厚を薄くすることにより対応すれば十分に特性を満足することができる。また、前述した具体例においてはLEDについて説明したが窒化ガリウム系半導体レーザ(LD)への適用も可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施可能である。

【0091】

【発明の効果】本発明は、以上説明したような形態で実施され、以下に説明する効果を奏する。

【0092】まず、本発明によれば、従来の蛍光灯や電球に比べて、高効率で、消費電力が低く、寿命も極めて長い照明装置などの各種応用装置を提供することができる。

【0093】さらに、本発明によれば、衝撃や振動などに対する機械的強度が高く、信頼性に優れた照明装置などを提供することができる。

【0094】また、本発明によれば、小型、軽量化が容易であり、製造コスト、輸送コストも低減することがで

きる。

【0095】また、本発明によれば、半導体発光素子の発光層からの発光を直接取り出すことがなく、蛍光物質により波長変換することとしているので、半導体発光素子の製造パラメータのばらつき、駆動電流、温度などに依存して、発光波長が変動するという問題を解消することができる。すなわち、本発明によれば、発光波長が極めて安定で、発光輝度と発光波長とを独立して制御することができるようになる。

【0096】また、本発明によれば、用いる蛍光物質を適宜組み合わせることによって、容易に複数の発光波長を得ることができる。例えば、赤(R)、緑(G)、青(B)の蛍光物質を適宜混合して、発光素子に含有させれば、白色光の発光を容易に得ることができる。

【0097】さらに、本発明によれば、発光層にホウ素を含んだ $GaN$ を用いることにより、蛍光体を極めて効率的に励起することができる330nm付近の紫外線を極めて高い強度で得ることができる。

【0098】さらに、本発明によれば、半導体発光素子が放出する紫外線を反射して閉じこめ、また蛍光体が放出する2次光を反射して外部に導くことにより、極めて効率的に波長変換を行い、2次光を外部に取り出すことができるようになる。

【0099】さらに、本発明によれば、発光波長に応じて、内蔵する半導体発光素子の材料や構造を適宜選択し、変更する必要がなくなる。例えば、従来の、赤色において発光させるためには、 $AlGaAs$ 系材料を用い、黄色においては $GaAsP$ 系または $InGaAlP$ 系材料、緑色系においては $InGaAlP$ 系または $GaP$ 系材料、青色においては $InGaN$ 系材料の如く、最適な材料をその波長に併せて選択しなければならないという問題があった。これに対して、本発明によれば、発光波長に応じて蛍光物質の種類を適宜選択すれば良く、半導体発光素子を変更する必要がなくなる。

【0100】また、本発明によれば、異なる発光色を有する半導体発光素子を並べる必要がある場合においても、発光色の変更は、用いる蛍光体の種類を変えるだけで済み、半導体発光素子の材料や構造は同一とすることができる。従って、発光装置の構成を極めて簡略化することが可能となり、製造コストを顕著に低減することができるとともに、信頼性も高く、また、駆動電流や、供給電圧、あるいは素子のサイズなどを共通にすることにより、応用範囲を顕著に拡大することができるという利点も生ずる。

【0101】このように、本発明によれば、比較的簡略な構成により、発光波長が極めて安定で、しかも、可視光から赤外線領域までの種々の波長において高い輝度で発光させることができる照明装置、その他各種の応用装置を提供することができ、産業上のメリットは多大である。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る照明装置を表す概略図である。すなわち、同図(a)は、その全体斜視図であり、同図(b)は、その横断面図、同図(c)は、その配線基板の概略平面図である。

【図2】本発明において用いて好適な半導体発光装置の構成を表す概略断面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係る写真機用閃光装置を表す模式図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態に係るランプを表す模式図である。

【図5】本発明の第4の実施の形態に係る読み取り装置を表す模式図である。

【図6】本発明の第5の実施の形態に係る投影装置を表す模式図である。

【図7】本発明の第6の実施の形態に係る浄化装置を表す模式図である。

【図8】本発明の第7の実施の形態に係る紫外線照射装置を表す模式図である。

【図9】本発明の第8の実施の形態に係る表示装置を表す模式図である。

【図10】本発明の第9の実施の形態に係る発光装置を表す模式図である。

【図11】本発明において好適な半導体発光素子132の断面構成を表す模式図である。

【図12】BGaNに対してシリコン(Si)をドーピングした場合のシリコン濃度とフォトルミネッセンス(PL)発光強度との関係を示すグラフ図である。

【図13】本発明の異なる実施の形態に関わる紫外線発光型の半導体発光素子の概略断面構造を表す図である。

【図14】図13に示した半導体発光素子132Bの変型例を表す断面模式図である。

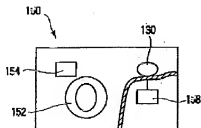
【図15】従来の蛍光灯システムの概略構成を表す模式図である。

## 【符号の説明】

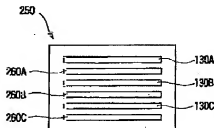
- 100 照明装置
- 110 配線基板
- 120A、120B 外囲器
- 130 半導体発光装置

- 132 半導体発光素子
- 134 リード・フレーム
- 136 蛍光体
- 138 樹脂
- 150 写真機
- 152 レンズ
- 154 ファインダ
- 158 バルス発生器
- 200 ランプ・ユニット
- 210 凹面鏡
- 250 読み取り装置
- 260A、B、C 受光部
- 300 投影装置
- 310 凹面鏡
- 320 投影レンズ
- 340 原稿
- 342 スクリーン
- 350 浄化装置
- 355A 水
- 355B 浄化水
- 360 浄化回路
- 370 オゾン発生器
- 400 紫外線照射装置
- 410 凹面鏡
- 440 ターゲット
- 450 表示装置
- 460 表示パネル
- 500 半導体発光装置
- 510 第1の光反射部
- 520 波長変換部
- 530 第2の光反射部
- 540 光吸収部
- 1001 基板
- 1002 バッファ層
- 1003 n型層
- 1004、1006、1007 クラッド層
- 1005 発光層
- 1008 コンタクト層
- 1009、1010 電極

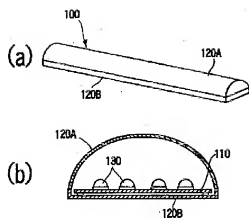
【図3】



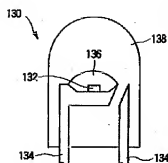
【図5】



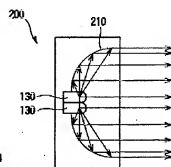
【図1】



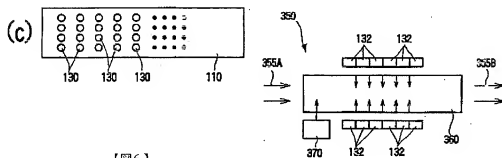
【図2】



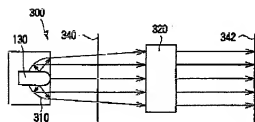
【図4】



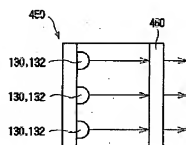
【図7】



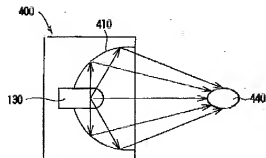
【図6】



【図9】



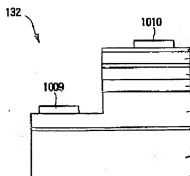
【図8】



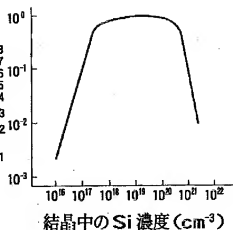
【図10】



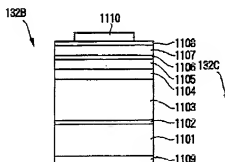
【図11】



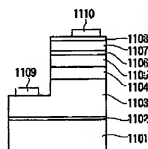
【図12】



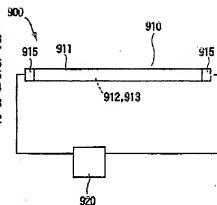
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup> 識別記号

C 0 2 F 1/78  
F 2 1 M 1/00  
F 2 1 V 19/00  
// H 0 1 S 3/18

F I

C 0 2 F 1/78  
F 2 1 M 1/00  
F 2 1 V 19/00  
H 0 1 S 3/18

A

P

(72)発明者 新 田 康 一  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝川崎事業所内

(72)発明者 古 川 千 里  
神奈川県川崎市川崎区日進町7番地1 東  
芝電子エンジニアリング株式会社内